

ЗНАЧЕНИЕ МАРГАНЦА В КОРМЛЕНИИ РАСТУЩИХ СВИНЕЙ

Доктор сельскохозяйственных наук В. Ф. ЛЕМЕШ

Распространение марганца в почве и организмах. Являясь элементом седьмой группы периодической системы элементов, марганец имеет широкое распространение в природе. Считают, что 0,03 проц. всех атомов земной коры приходится на долю атомов марганца.

Марганец относится к числу тех элементов, которые почти одновременно были открыты в неживой природе и в организмах.

Проф. А. П. Виноградов указывает дату открытия содержания марганца в растительных организмах—1772 год и 1774 год в неорганической природе. По этим же данным в составе животного организма марганец был обнаружен в 1808 году Фогулиным.

Во всяком случае бесспорно то, что наличие марганца в составе растительных и животных организмов было установлено сравнительно давно и во времени совпадает с открытием в составе животного таких минеральных элементов, как кальций, фосфор и железо.

Как исследования Бертрана, так и исследования других авторов более позднего времени говорят о том, что, как правило, растительные организмы содержат марганец в большем количестве, чем животные. В растении особенно богаты марганцем листья. Так, например, в сводке Холлизеева указано, что листья свеклы содержат марганца 18,2—21,6 мгр в 100 гр сухого вещества; корни свеклы—1,6—5,5 мг; морковь соответственно—12,1 мг и 0,6—4,2 мг; репа—18,2 и 5,5.

В книге М. Ф. Томмэ и др. «Минеральный состав кормов СССР» приведены некоторые данные о содержании марганца в кормовых средствах. Из этих данных вытекает, что зеленые корма богаче остальных содержанием марганца и особенно в этом отношении выделяются клевер ползучий белый (500 мг в 1 кг), сераделла (140 мг в 1 кг) и другие бобовые. Как сводка Холлизеева, так и сводка Томмэ и др. говорят о том, что содержание марганца в растениях вообще и в отдельных их органах подвержено очень сильным колебаниям.

Есть все основания полагать, что на изменения в содержании марганца в растениях оказывают влияние очень многие факторы (почва, климат, сорт, удобрения, условия и стадии вегетации и др.), но среди

этих факторов содержание марганца в почве является одним из ведущих. Академик П. А. Власюк в обоснованиях положений о марганцевых удобрениях отмечает, что количественно и качественно запасы марганца в почвах далеко не одинаковы и подвержены сильным колебаниям. Им отмечается большая степень богатства удобоусвояемыми формами марганца подзолистых почв и меньшая степень богатства черноземных почв. Для нас зоотехников интересно указание Власюка и др. авторов на то, что для организма большое значение имеет и то, в каких формах встречается марганец в кормах.

С сожалением следует констатировать, что данных о содержании марганца в растительных продуктах вообще, а особенно в кормовых продуктах для животных очень мало. Показателен в этом отношении тот факт, что в сводке Томмэ и др., о которых шла речь, не приведено совсем данных о содержании марганца в таких кормах СССР, как корнеклубнеплоды, зерновые корма, отходы технических предприятий, корма животного происхождения. Имеется только два анализа сена (луговое и пойменное). Практически это означает, что кроме общих положений мы почти ничего не знаем о содержании марганца в кормовых средствах, используемых в животноводстве СССР.

В последнее время отмечается проявление внимания к изучению содержания марганца в пищевом сырье и в питьевой воде. Следует отметить работу П. И. Капанидзе по изучению содержания марганца, меди и мышьяка в некоторых продуктах питания Грузинской ССР. Капанидзе отмечает, что колебания в содержании марганца в одних и тех же продуктах, но разного происхождения бывает различным. Так, например, фасоль содержит марганец в количествах от 12,02 до 23,7 мг на 1 кг сухого вещества; яблоки соответственно—1,2—8,07 мг; груши—2,6—9,9 мг.

Автор отмечает относительное богатство марганцем фасоли.

Грушко Я. М., исследуя питьевые воды Иркутска нашел, что марганец в питьевой воде, полученной из артезианских колодцев и в обычных грунтовых водах содержится в значительных количествах (1,2—0,53 мг. л.). Отмечается, что в реках количество микроэлементов ниже, чем в грунтовых водах.

Приведенные данные говорят о больших колебаниях в содержании марганца в почве и в растениях. Этим, в значительной степени, можно объяснить и разноречивость в данных о роли этого элемента в питании растений и животных.

В состав животных организмов марганец входит, как обязательный химический элемент. Анализируя литературные данные, проф. Ф. Я. Беренштейн указывает, что содержание марганца в теле животных организмов является более постоянным, чем в растениях.

Отмечается и та особенность, что в теле животных марганец встречается в значительно меньших количествах, чем в растительных. Среди животных организмов беспозвоночные животные содержат больше марганца, чем позвоночные, а среди последних в теле млекопитающих

содержится марганца меньше, чем у птиц и рыб. У последних марганца содержится в 10 раз больше, чем у млекопитающих.

* Возможно этим можно объяснить и тот факт, что практическое применение марганцевых подкормок раньше всего было применено в птицеводстве.

Представляет интерес вопрос о топографии распространения марганца в организме млекопитающих. Исследования Бертрана и Медигресаню, Раймона и Мино, Троцкого, Мак-Хорга, Сканави, Григорьева и других дают возможность сделать вывод о том, что наибольшим содержанием марганца выделяются такие органы, как печень, поджелудочная железа, почки, лимфатические железы.

Из приведенных материалов следует, что марганец, как элемент, широко распространен не только в неживой природе, но, что он встречается повсеместно в составе растительных и животных организмов, что состав его в животном организме более постоянен, чем в растительном, что марганец необходимо рассматривать, как структурный элемент животного организма.

Что касается биологической роли марганца, то и об этом сейчас накопился в литературе некоторый материал.

Обмен марганца и марганцевая недостаточность. Бертрану в 1912 году удалось впервые показать, что прибавление марганца к питательной среде благотворно действует на развитие плесени *Aspergillus niger*. Добавление же цинка вызывало усиленную ассимиляцию марганца плесенью. Такое действие марганца Бертран был склонен объяснять каталитическим действием марганца.

Через три года тем же автором было отмечено благотворное влияние марганца на процесс окисления спирта до уксусной кислоты уксуснокислыми бактериями.

Гедройц в 1914 году уже утверждал, что прибавкой малых доз солей марганца к почве можно добиться увеличения урожая сельскохозяйственных культур.

В 1915 году Успенский описал положительное влияние сернокислого марганца на рост корней гороха и овса в концентрации соли марганца в питательном растворе в 0,0023 проц. Более высокие концентрации угнетали и вовсе останавливали рост корней. Им же отмечена и зависимость темпов созревания овса от содержания солей марганца в питательном субстрате.

Очень интересны опыты И. В. Мичурина по изучению действия марганцевокислого калия на развитие сеянцев миндаля. Если в обычных условиях миндаль только на шестой год приносит плоды, то при поливке сеянцев 0,02 проц. раствором марганцевокислого калия этот период сокращался до двух лет. Этими опытами И. В. Мичурин доказал, что при помощи микроэлементов можно переделать природу растительных организмов.

Бандурка отмечает положительное действие солей марганца на урожай зерна и соломы риса.

Вообще следует отметить, что по вопросу о положительном влиянии

солей марганца на рост и развитие культурных растений и на урожай сельскохозяйственных культур имеется очень много указаний в литературе. Власюк детально разработал проблему применения марганца, как удобрения для сахарной свеклы и других сельскохозяйственных культур, главным образом, для южной части СССР.

Абуталыбаев и Таги-Заде, Абаева, Кокин описывают положительное действие солей марганца на процесс роста и урожай хлопчатника; Архангельская Н. С.—на картофельное растение. Есть много указаний на положительное действие солей марганца в процессах выращивания трав, на урожай пшеницы (Кальтя А.), льна (Носкова и Пейве), подсолнечника (Смирнова), развитие водорослей (Гусева) и других растений (Гальцев).

Обширен в литературе материал и по вопросу применения марганцевых удобрений в полеводстве.

Все данные говорят о том, что марганец является обязательным элементом в питании растений, что применение марганцевых микроудобрений дает повсеместно хороший эффект при культуре большинства сельскохозяйственных растений.

Менее разработан вопрос о роли марганца в питании животного организма. Можно считать установленным тот факт, что марганец играет серьезную роль в процессе обмена веществ в животном организме. Что касается деталей этого вопроса то, к сожалению, они остаются для нас еще далеко не ясными.

Боброва, Власюк, Шкварук, Лиозин и др. отмечают положительное действие солей марганца на процесс размножения, развитие и рост дубового и тутового шелкопряда. Лиозин, в частности, установил, что содержание марганца в организме тутового шелкопряда находится в зависимости от степени богатства марганцем листьев тутового дерева, которым питаются черви. Этот же автор склонен объяснить положительное действие солей марганца на течение окислительных процессов в организме червя.

Проф. Беренштейн приводит исследования Баркиной о положительном влиянии марганца на процесс созревания гусениц дубового шелкопряда, на переход их из одной стадии в другую, на увеличение количества органической массы гусеницы дубового шелкопряда.

Значительное количество работ о влиянии марганца на животный организм выполнено на лабораторных животных, в частности, на крысах и кроликах.

Бертран и Никамура, путем добавки солей марганца к искусственной диете крыс, удлиннили срок их жизни с 24 до 27 дней.

Левин и Сом показали, что добавка сернистого марганца к искусственной диете крыс в виде питьевой воды с концентрацией соли марганца 1:10000—1:20000 положительно влияли на рост и самочувствие крыс.

Эверсон и Даниэльс высказывают мнение о том, что для нормального роста и развития детей необходимо, чтобы пища детей содержала 0,2—0,3 мг марганца на 1 кг веса ребенка.

К сожалению, нам не удалось встретить работ, которые говорили бы

о значении марганца для питания сельскохозяйственных животных. Исключения составляют несколько работ по вопросам кормления и откорма кур, о которых речь будет несколько дальше.

Интересен вопрос о том, какова же биологическая роль марганца в организме и, в частности, в животном организме. Каков механизм действия марганца на процессы, протекающие в организме вообще и в животном организме в частности?

Капланский в своей книге «Минеральный обмен» отмечает, что обмен марганца и его влияние на процессы, протекающие в организме высших животных, изучены очень слабо. Есть основания полагать, что всасывание марганца происходит, главным образом, через кишечник, где он образует, повидимому, нерастворимые соединения, для всасывания которых в дальнейшем необходимо образование комплексных соединений и наличие каких-то особых условий. Всосанный через кишечник марганец поступает с кровяным током в печень, где задерживается на сравнительно долгое время. Отмечается сравнительное постоянство в содержании марганца в печени.

Из печени, через кровяное русло, марганец поступает в мышцы, селезенку, мозг, почки и др. органы.

Накопление марганца в органах и тканях играет роль резервов марганца, при чем, эти резервы особенно интенсивно образуются в последний период эмбрионального развития организма. Этим можно объяснить тот факт, что новорожденные не сразу резко ощущают марганцевую недостаточность, хотя в молоке его содержится сравнительно немного.

Выведение марганца из организма происходит, главным образом, через кишечник. Даже введенные интравенно соли марганца выделяются, главным образом, через кишечник. В моче марганца содержится сравнительно немного и это количество возрастает по мере нарастания содержания его в пище.

Значение марганца на течение процессов, протекающих в организме изучено слабо. Физиологи растений считают, что основная роль марганца в питании растений сводится к стимулированию и регулированию окислительно-восстановительных процессов.

Что же касается роли марганца в течении процессов в животном организме, то эту роль видят прежде всего во влиянии марганца на процессы размножения. Об этом уже говорилось выше, когда речь шла о дубовом и тутовом шелкопряде. Кеммерер, Эльвехим и Харт (цитирую по Беренштейну) наблюдали нарушение овуляции при кормлении молодых мышей диетой, недостаточной по содержанию марганца.

В широкой практике птицеводства известно сейчас влияние подкормок марганца на повышение инкубационных качеств яиц. Школьник, ссылаясь на опыты Орента и Мак-Коллюма, говорит о том, что недостаток солей марганца в диете вызывает атрофию семенников у самцов-крыс и снижает продукцию молока у самок. Эти же факты приводит и Капланский.

Имеются указания на положительное действие марганца на процессы кроветворения.

Беренштейн, Тищенко и Шкляр наблюдали уменьшение числа эритроцитов и гемоглобина у кур на почве марганцевой недостаточности. В медицине тоже известны приемы борьбы с малокровием применением белковых соединений марганца.

Проф. Беренштейн склонен рассматривать роль марганца в процессах кроветворения, как фактор положительно влияющий на процесс гемоглобинообразования.

Марганец играет большую роль в активации деятельности ряда ферментов (депептидазы, изоцитрикодегидразы, карбоксилазы, эналазы, фосфотазы и др.). Проф. Беренштейн указывает на то, что ряд биохимиков рассматривают марганец как кофермент аргиназы. Этим обусловливается огромное влияние марганца на окислительно-восстановительные процессы, протекающие в организме. На эту функцию марганца в печени указывает и Берхейм.

Беляев в лаборатории проф. Беренштейна установил действие солей марганца на углеводный обмен. Подкожные инъекции хлористого марганца кроликам в дозе 0,5—5 мг чистого металла снижают содержание сахара в крови. Доза же в 10 мг вызывает гипергликемию. Аналогичные инъекции серноокислого марганца в дозе 0,5—5 мг вызывают заметную гипогликемию.

Проф. Беренштейну удалось установить, что марганец оказывает влияние на каталитическую активность крови. Инъекции кроликам 2 мг марганца вызывают повышение каталитической активности крови. Причем, максимальное увеличение этой активности обнаруживается через три часа после инъекции. Подкожные инъекции 1 мг марганца вызывают незначительное увеличение каталитической активности крови.

Школьник установил, что хлористый марганец при подкожных инъекциях собакам и кроликам в дозе 1,5 мг металла на 1 кг живого веса уменьшает алиментарную адреналиновую гипергликемию. Аналогичным образом марганец действует и при гипергликемии, вызванной подкожной инъекцией глюкозы. Автор отмечает, что тот же хлористый марганец в дозе 0,5 до 5 мг чистого металла на 1 кг живого веса усиливает гликолитическую активность крови. Большая доза при этом оказывается менее эффективной.

Проф. Беренштейн тоже показал, что соли марганца способны снижать адреналиновую гипергликемию и усиливают чувствительность организма к инсулину. Действие солей марганца было в этом отношении аналогичным действию солей меди.

В последнее время все сильнее подчеркивается роль марганца в обменных функциях витаминов. Установлено, что струби риса, пшеницы и ячменя содержат в 2—3 раза больше марганца, чем продукты помола подработанного зерна. Иными словами говоря, установлен параллелизм в содержании в зернах марганца и витамина В. Имеются указания на то.

что проявление гипервитаминоза В находится в связи со степенью богатства диеты марганцем (Троицкий, Перл, Зандберг).

Проф. Беренштейн приводит указания Итана и Снейгера о том, что иодистый марганец смягчает А—авитаминоз у крыс и данные Рудра об участии марганца в синтезе аскорбиновой кислоты в печени крыс. При этом указывается, что синтез протекает за счет маннозы, галактозы и глюкозы.

Имеются указания Хестера на то, что накопление аскорбиновой кислоты в томатах зависит от степени богатства марганцем почвы, на которых произрастают томаты.

Имеются хотя и не полные данные о том, что марганец оказывает влияние на деятельность гормонов и стимулирует образование антител, повышая этим резистентность организма.

В медицинской литературе имеются указания на положительное действие солей марганца при лечении ряда незаразных заболеваний. Н. П. Сперанский указывает, что причина функциональной слабости сердца кроется в расстройстве обмена веществ. Одним из средств, способствующих восстановлению компенсации сердечной деятельности, автор рекомендует марганец. Благоприятное влияние марганца отмечается даже тогда, когда не оказывали действия препараты группы дигиталиса-диуретина.

Гордон и Витлинский приходят тоже к выводу, что применение соединений марганца благотворно действует при лечении декомпенсированных пороков сердца. Кроме того, авторы отмечают положительное действие марганца как катализаторо-окислительного средства при сахарном мочеизнурении и высказывают предположение о том, что марганец «должен быть весьма полезным при явлениях диабетической комы».

А. А. Фиксель считает марганцево-кислый калий единственным средством лечения при укусе кара-курта. Яд кара-курта нейтрализуется этим соединением марганца в 100 проц. случаев.

В. Я. Деянов приводит обширный клинический материал о положительном действии разных соединений марганца при поражении центральной нервной системы на почве эпидемического энцефалита. Автор указывает, что он окончательно убедился, что началом, благотворно действующим на организм при применении разных соединений марганца—является марганец.

Суммируя все выше изложенное о марганце, можно сказать:

1. Марганец является обязательной частью растительных и животных организмов.

2. Содержание марганца в животных и особенно в растительных организмах при относительном его постоянстве подвержено колебаниям.

3. Колебания эти часто являются причинами серьезных нарушений в обмене веществ и возникновении патологических процессов.

4. Можно считать твердо установленным, что марганец в животном организме играет роль элемента, оказывающего влияние на рост, развитие и размножение животных; на течение окислительно-восстановительных,

ферментативных процессов; на процесс кроветворения и особенно гемоглобинообразования; повидимому, на деятельность некоторых желез внутренней секреции и на повышение резистентности животного организма против инфекционных заболеваний; на синтез и обмен в организме витаминов.

С сожалением приходится констатировать, что если роль марганца в процессах обмена веществ в той, или иной степени изучена на мелких, главным образом, на лабораторных животных, то значение марганца для питания сельскохозяйственных животных—проблема по существу не тронутая. Есть все основания полагать, что для сельскохозяйственных животных марганец нужен не в меньшей, если не в большей степени, чем лабораторным мелким животным. И тем не менее мы в доступной нам литературе нашли очень мало данных по этому вопросу, да и то эти данные очень отрывочны и не полны. И в сводке Школьника, и в сводке Беренштейна, как и в сводке Стайлса о сельскохозяйственных животных сказано вскользь. Больше всего имеется указаний на роль марганца при кормлении кур, отмечают более высокую их потребность в марганце.

При недостатке марганца у цыплят развивается особое заболевание—парозис. Вследствие этого заболевания наблюдается деформация костей конечностей и довольно часто крыльев. Этим объясняется и то, что заболевание это называют иногда «вытяжение сухожилий». Добавка солей марганца в дозах 30 и выше мг кг предупреждает появление этого заболевания.

Отмечается положительное действие марганца на процесс яйценоскости и на инкубационные качества яиц.

Необходимость применения марганцевых подкормок в птицеводстве можно считать установленной.

Мы совершенно не нашли указаний о практике применения марганцевых подкормок для крупного рогатого скота, овец и свиней.

Правда, у Школьника есть указание на то, что в молозиве коров марганца содержится значительно больше, чем в молоке нормального состава.

Научно-хозяйственных и обменных опытов с сельскохозяйственными животными по применению марганцевых подкормок в литературе мы не встретили. Именно такое состояние вопроса было причиной, толкнувшей нас на проведение ряда исследований о роли марганцевых подкормок в питании растущих свиней.

Вышеуказанное влияние марганца на процессы кроветворения, углеводный обмен, синтез витаминов и т. д. говорит о том, что все это особенно важно для организма свиньи в период роста.

Собственные исследования. Одновременно с проведением опытов на поросятах—сосунах и отъемышах в 1948 и 49 гг. по применению кобальтовых подкормок, нами были проведены аналогичные опыты по применению подкормок солями марганца.

В 1948 году весной (февраль—апрель месяцы) в племсовхозе «Реконструктор», Витебской области был проведен опыт по применению подкормок

мок марганцем подсосных поросят. Опыт был проведен на поросятах девяти пометов. В группе было по тринадцать голов поросят.

Методика опыта была буквально та же, как она описана в опытах с кобальтом (см. «Ученые записки Витебского ветеринарного института», т. XI за 1952 г.). Разница в опыте заключалась в том, что в опытной группе вместо подкормки серноокислым кобальтом—поросят подкармливали серноокислым марганцем в дозе 1 мг на 1 кг живого веса. Устанавливая эту дозу мы исходили из литературных указаний о том, что серноокислый марганец для кроликов не токсичен даже в дозе до 600 мг кг. Кроме этого в опытах Беренштейна, Беляева, Школьника и других по изучению влияния солей марганца на углеводный обмен у кроликов, наилучший эффект оказывали именно такие дозы.

В этом опыте условия содержания и кормления маток и поросят были те же, как и при кобальтовых подкормках, также поросята контрольной и опытной групп получали подкормку серноокислым железом в целях лечения и профилактики алиментарной анемии. Опыт длился два месяца (6 декад), т. е. до отъема поросят.

В результате были получены данные изменения привесов, представленные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Изменения живого веса поросят по декадам опыта (опыт с поросятами—сосунами, совхоз «Реконструктор», 1948 г.)

Декады	Группа	Средний живой вес одного поросенка в кг	
		Группа контрольная	Группа получавшая марганец
Начало опыта		2,143	2,121
конец 1 - й декады		3,183	2,887
" 2 "		4,140	3,425
" 3 "		5,329	4,465
" 4 "		5,961	4,764
" 5 "		7,555	6,572
" 6 "		8,233	7,512
Привес одного поросенка в среднем		6,090	5,391
Привес в проц. к начальному весу		284	254
Привес в проц. к контр. группе		100	88

Анализ таблицы изменений живого веса поросят в обеих группах заставляет сделать вывод о том, что применение серноокислого марганца в дозе 1 мг на 1 кг живого веса отрицательно сказалось сразу с началом опыта и это отрицательное действие ощущалось до конца опыта. Привес опытной группы был на 12 проц. ниже группы контрольной.

В начале и конце опыта были приведены те же гемоисследования, что и в аналогичном опыте с применением кобальтовых подкормок

Результаты этих исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2

Данные гемонисследований у поросят—сосунов (опыт в совхозе «Реконструктор», 1948 г.)

Характер гемонисследований	Средние данные по контрольной группе	Средние данные по группе получавшей марганец
1. Количество эритроцитов в MM^3 крови в начале опыта (в $млн$)	3,41	3,55
2. То же в конце опыта	5,73	5,60
3. Содержание гемоглобина в показаниях гемометра Сали в начале опыта	33,1	48,0
4. То же в конце опыта	33,7	46,6
5. Количество кальция в сыворотке крови в конце опыта (в $мг$ проц.)	13,71	14,56

Из анализа данных, приведенных в таблице 2 следует сделать вывод о том, что сколько-нибудь серьезного влияния на содержание эритроцитов, гемоглобина и кальция подкормка марганцем не оказала. Изменения в связи с изменением возраста и условий содержания в одинаковой степени коснулись поросят, как опытных, так и контрольных. Это, например, можно сказать об увеличении числа эритроцитов и гемоглобина в течение опыта. Если и есть в показателях незначительная разница, то она настолько незначительна, что лежит в пределах ошибки опыта.

Нам думалось, что такое действие марганца могло быть выявлено тяжелыми условиями воспитания поросят (холодное время года, наличие алиментарной анемии и др.). Вот почему мы повторили этот опыт в несколько иных условиях в учебном хозяйстве Витебского ветеринарного института «Подберезье», в мае 1948 года.

Характер содержания подсосных поросят, условия опыта и его методика были такими же, как в аналогичном опыте с применением подкормки серноокислым кобальтом.

Опять же разница заключалась в том, что поросятам опытной группы мы давали вместо кобальта серноокислый марганец в дозе 1 мг на 1 кг живого веса. Для опыта в каждую группу было взято по 14 поросят—аналогов по происхождению, полу и живому весу.

Данные изменения живого веса поросят в течение шести декад опыта представлены по обоим группам в таблице 3.

Таблица 3

Изменение живого веса поросят—сосунов по декадам опыта (опыт с подсосными поросятами учхоза «Подберезье», май 1948 г.)

Группы	К-во поросят в гр.	Средний живой вес одного поросенка в кг											
		начало опыта	конец 1-й декады	конец 2-й декады	конец 3-й декады	конец 4-й декады	конец 5-й декады	конец 6-й декады					
Контрольная	14	1,51	2,95	4,24	6,14	8,00	10,99	14,03					
Получавшая марганец	14	1,51	2,92	4,11	5,81	7,33	9,80	13,05					
Группа получавшая марганец дала меньше привеса, чем контрольная в проц.	—	—	—	3%	5,3%	8,3%	10,8%	7%					

Контрольная группа дала за время опыта 175,2 кг привеса, а группа получающая марганец—161,6 кг, т. е. 92 проц. от привеса контрольной группы. Таким образом, отрицательное влияние марганца на привесы у подсосных поросят, если марганец применяется в дозе 1 мг на 1 кг живого веса, сказалось и в опыте, проведенном в условиях вполне нормальных.

Данные гемоисследований у поросят этого опыта представлены в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Данные гемоисследований у поросят—сосунов (опыт в учхозе «Подберезье», май 1948 г.)

Характер гемоисследований	Средние данные по контрольной группе	Средние данные по группе получающей марганец
1. Количество эритроцитов в 1 мм ³ крови в начале опыта (в млн)	4,7	4,98
2. То же в конце опыта	6,3	6,26
3. Содержание гемоглобина в показаниях геметра Сали в начале опыта	55,0	56,0
4. То же в конце опыта	64,0	65,0
5. Количество кальция в сыворотке в конце опыта (в мг проц.)	20,55	20,64

Выводы из анализа таблицы 4 можно сделать такие же, как и из анализа аналогичных данных по опыту в совхозе «Реконструктор», т. е. о том, что подкормка поросят сернокислым марганцем в дозе 1 мг на 1 кг живого веса влияния на картину крови не оказывает.

Проанализировав данные этих двух опытов мы сделали предположение, что принятая нами доза могла быть большей для поросят.

Повидимому, указания на то, что в процессе эмбрионального развития организмов происходит значительное накопление марганца в печени и что эти запасы марганца удовлетворяют потребность в нем животного в течение молочного периода жизни—верны. В этом случае прибавка наших количеств марганца могла быть избыточной и эта избыточность отрицательно влияла на рост и привесы поросят.

Можно было сделать в этом случае один из двух выводов: либо подсосные поросята вообще не ощущают потребности в подкормке марганцем, либо эта потребность значительно меньше, чем мы предполагали. Остановившись на втором выводе мы решили провести дальнейшие научно-хозяйственные исследования. Во-первых, провести опыт на поросятах—сосунах с дачей марганца в значительно меньших количествах и во-вторых, провести опыт с поросятами—отъемышами. Последний опыт был интересен тем, что после отъема от матери можно ожидать более быстрого использования запасов марганца из организма, а, следовательно, и более высокой потребности в марганце у поросят—отъемышей. Как будет видно из дальнейшего, наши предположения оказались правильными.

Весной (март—май) 1949 года мы провели опыт с подсосными поросятами в том же учхозе «Подберезье». Методика проведения опыта была такой же, как и в предыдущих опытах с применением марганцевой подкормки. В опыте участвовали поросята двух групп по 12 голов в каждой. Составлялись группы из аналогов по происхождению, живому весу и полу. Условия проведения опыта были такими же, как и в предыдущем, но дозу марганцевой подкормки мы уменьшили ровно вдвое, т. е. стали давать 0,5 мг на 1 кг живого веса. Марганец давался также в виде серно-кислой соли.

Данные, характеризующие изменения живого веса поросят по шести декадам опыта представлены в таблице 5.

Таблица 5

Изменения живого веса поросят—сосунов по декадам опыта (опыт в учхозе «Подберезье», весна 1949 г.)

Группы	К-во поросят в гр.	Средний живой вес одного поросенка кг						
		начало опыта	конец 1 декады	конец 2 декады	конец 3 декады	конец 4 декады	конец 5 декады	конец 6 декады
Контрольная	12	1,527	2,278	2,775	3,498	4,445	5,500	7,00
Получавшая марганец	12	1,516	2,243	2,814	3,852	4,970	6,267	8,637
Группа получавшая марганец дала больше привеса, чем контрольная в проц.	—	—	—	—	—	—	—	23%

Таким образом, доза сернокислого марганца оказалась не безразличной для подсосных поросят. Если доза в 1 мг на 1 кг живого веса дала снижение привеса против контрольной группы, то доза в 0,5 мг соответственно дала увеличение привеса у опытных поросят по сравнению с контрольными и на довольно большую цифру—23 проц.

Картина гемоисследований у поросят этого опыта представлена в таблице 6.

Таблица 6

Данные гемоисследований у поросят—сосунов (опыт в учхозе «Подберезье», 1949 г.)

Характер гемоисследований	Средние данные по контрольной группе	Средние данные по группе получавшей марганец
1. Количество эритроцитов в 1 мм ³ крови в начале опыта (в млн)	4,3	4,4
2. То же в конце опыта	5,0	5,4
3. Содержание гемоглобина в показаниях гемометра Сали в начале опыта	45,0	44,0
4. То же в конце опыта	59,0	59,0
5. Количество кальция в сыворотке крови в конце опыта (в мг проц.)	24,1	25,0

Анализ таблицы 6 дает основание утверждать о некотором, правда не особенно значительном увеличении количества эритроцитов и кальция в сыворотке крови в группе, получавшей подкормку марганцем по сравнению с контрольной.

В ноябре 1948 г. в хозяйстве «Улановичи», Витебской области нами был проведен опыт с поросятами—отъемышами. Опыт проводился по общепринятой методике зоотехнических опытов, методом групп. Опытная группа поросят получала подкормку сернокислым марганцем в дозе 1 мг на 1 кг живого веса. В группах было по 15 поросят—аналогов по живому весу, поду и происхождению. Опыт длился два месяца, т. е. до передачи поросят в откормочные бригады.

Данные, характеризующие изменения живого веса опытных и контрольных поросят приведены в таблице 7.

Таблица 7

Группа	К-во поросят в гр.	Живой вес одного поросенка в кг							
		в начале опыта	в конце 1-й декады	в конце 2-й декады	в конце 3-й декады	в конце 4-й декады	в конце 5-й декады	в конце 6-й декады	
Контрольная	15	12,9	14,2	15,7	17,0	18,6	20,0	22,9	
Получавшая марганец	15	13,1	15,3	16,6	17,7	19,2	20,8	23,5	
Средний вес поросенка в группе получавшей марганец был выше на		0,2	1,1	0,9	0,7	0,6	0,8	0,6	

Анализ таблицы изменений живого веса говорит о том, что прибавка марганца отъемышам в дозе 1 мг на 1 кг живого веса увеличила привес. Привес опытной группы по отношению к контрольной составил 106 проц. Не исключена возможность, что меньшие дозы дали бы лучший эффект. Но и эти данные говорят о том, что потребность поросят в марганце с возрастом увеличивается.

Данные по гемоисследованиям представлены в таблице 8.

Таблица 8

Данные гемоисследований у поросят—отъемышей (опыт в хозяйстве «Улановичи», 1948 год)

Характер гемоисследований	Средние данные по контрольной группе	Средние данные по группе получавшей марганец
1. Количество эритроцитов в мм ³ в крови в начале опыта (в млн)	4,1	3,5
2. То же в конце опыта	5,6	5,2
3. Содержание гемоглобина в показаниях гемометра Сали в начале опыта	60,0	60,0
4. То же в конце опыта	61,0	58,0
5. Количество кальция в сыворотке крови в начале опыта (в мг проц.)	19,4	21,6
6. То же в конце опыта	25,6	21,6

Как и в предыдущем опыте, отмечается незначительное относительное увеличение количества эритроцитов к концу опыта по сравнению с началом в группе, получавшей марганцевую подкормку.

Вместе с этим у контрольной группы наблюдается относительное увеличение количества кальция в сыворотке крови к концу опыта по сравнению с началом — явление, которого нельзя отметить для опытной группы.

Что касается гемоглобина, то его количество оставалось, по сути дела, одним и тем же в обеих группах в течение всего опыта.

За время опыта для кормления поросят были израсходованы следующие корма и получена оплата корма:

Название кормов	Съедено кг на поросенка	
	Контрольная группа	Группа получавшая марганец
Картофель вареный	92,5	94,5
Морковь красная	60,6	61,3
Ячменная мука	26,6	28,2
Ржаные отходы	2,7	2,7
Зерно овес + овес пареный	1,7	1,7
Жмых соевый	6,5	6,5
Рыбная мука	0,3	0,3
Зерно овес + ячмень сырой	9,2	9,5
Молоко снятое	12,4	12,4
Съедено за опыт корм. единиц на голову кг	95,2	97,8
То же перевар. белка кг	7,14	7,30
Получено привеса кг на голову	10,0	10,4
Затраты корма в корм. единицах на 1 кг привеса	9,5	9,3

В 1950 году мы углубили наши эксперименты с микроэлементами проведением обменных опытов. Опыты были проведены по той же методике, что и ранее нами описанные опыты с кобальтом (см. «Ученые записки Витебского ветинститута», том XI за 1952 г.).

Остановимся вкратце на характеристике влияния прибавок сернистого марганца (в дозах 1 мг на 1 кг живого веса).

Изменения величины коэффициентов переваримости отдельных питательных веществ представляются в следующем виде:

№ опытных поросят	Коэффициенты переваримости							
	сырого протеина		сырой клетчатки		сырого жира		безаз. экстр. в-в	
	в опыте без прибавок марганца	в опыте с приб. марганца	в опыте без прибавок марганца	в опыте с приб. марганца	в опыте без прибавок марганца	в опыте с приб. марганца	в опыте без прибавок марганца	в опыте с приб. марганца
№ 1	78,0	84,7	0	18,5	52,3	46,0	87,5	85,2
№ 2	81,3	83,6	18,2	33,8	49,4	48,1	87,2	85,3
№ 3	84,3	78,9	19,7	10,8	49,4	33,1	85,6	79,0

Анализируя приведенные цифры, можно только отметить, что по всем трем животным отмечается снижение коэффициентов переваримости сырого жира под влиянием прибавок сернокислого марганца. Что же касается других питательных веществ, то характерных изменений в коэффициентах переваримости их отметить нельзя.

Какое действие на азотистый обмен оказала прибавка в рацион сернокислого марганца можно судить по следующим данным:

№ № опытных поросят	Получено <i>г</i> N в опыте без прибавок марганца	Выделено <i>г</i> N в кале и моче в опыте без прибавок марганца	Получено <i>г</i> N в опыте с прибавкой марганца	Выделено <i>г</i> N в моче и кале в опыте с прибавкой марганца
1	212,0	115,6	210	105
2	196,3	72,7	210	107,4
3	196,3	94,2	154	84

Анализ этих данных говорит о том, что сколько-нибудь заметного действия на азотистый обмен прибавки сернокислого марганца не оказали.

Надо сказать, что по сравнению с кобальтом, несколько иным было действие марганца на обмен кальция и фосфора. Если кобальт в наших опытах способствовал мобилизации как кальция, так и фосфора в организме растущих свиней, то марганец действовал на обмен этих двух элементов не одинаково.

Действие марганца на обмен кальция было определено положительным, т. е. марганец смягчал дефицит кальция в рационах, способствовал более высокой его усвояемости, уменьшая потери его организмом. По отношению же к фосфору марганец вел себя совсем по иному—он увеличивал и без того отрицательный баланс фосфора. Это можно видеть из следующих данных, полученных нами при исследовании баланса кальция и фосфора в обменных опытах.

№ № опытных поросят	Баланс СаО				Баланс Р ₂ О ₅			
	в опыте без марганца		в опыте с марганцем		в опыте без марганца		в опыте с марганцем	
	получено <i>г</i> СаО в рационе	выделено <i>г</i> СаО в кале и моче	получено <i>г</i> СаО в рационе	выделено <i>г</i> СаО в кале и моче	получено <i>г</i> Р ₂ О ₅ в рационе	выделено <i>г</i> Р ₂ О ₅ в кале и моче	получено <i>г</i> Р ₂ О ₅ в рационе	выделено <i>г</i> Р ₂ О ₅ в кале и моче
№ 1	9,8	62,8	9,7	18,1	31,9	48,7	32,1	56,5
№ 2	9,1	47,2	9,7	16,6	29,7	40,7	32,1	59,0
№ 3	9,1	36,2	7,1	14,0	29,7	39,3	23,5	53,1

Интересные данные получены нами по изучению углеводного обмена у растущих свиней под влиянием марганцевых подкормок.

В известной степени показателем углеводного обмена в организме может служить содержание сахара в крови.

Нами исследовалось содержание сахара в крови поросят в конце

учетного периода, как в опыте с основным рационом, так и в опыте с основным рационом плюс прибавка сернокислого марганца.

Результаты получены следующие:

№ № опытных поросят	Содержание сахара в крови в мг проц.	
	в опыте без прибавки марганца	в опыте с при- бавкой марганца
№ 1	66	100
№ 2	63	87
№ 3	62	89

В отличие от действия кобальта—марганец вызывает резкое увеличение количества сахара в крови растущих поросят.

Серия обменных опытов, проведенная с марганцем, оказалась полезной не только с точки зрения изучения влияний марганца на переваримость питательных веществ, обмен кальция и фосфора, углеводов, но дала не лишние интереса материалы по выяснению потребностей растущих свиней в марганце.

Необходимо отметить прежде всего то, что существующее мнение о том, что растущие свиные (в возрасте после отъема) получают достаточное количество марганца с общераспространенными кормами—неверно. Во-вторых, можно определенно утверждать, что свиные ощущают довольно острый дефицит в марганце. То количество марганца, которое мы применили в качестве подкормки, возможно следует увеличить, чтобы обеспечить растущих свиней необходимым количеством марганца.

Во всяком случае в суточном рационе поросят должно быть не меньше марганца, чем 5 мг на 1 кг живого веса.

В обычных рационах поросята получают не больше 2/3 указанного количества. Вот почему следует признать совершенно обязательным балансирование рационов растущих свиней по марганцу также, как мы это делаем в отношении кальция и фосфора.

Для того, чтобы подтвердить правильность высказанных выше положений, приводим данные по обмену марганца, полученные в наших опытах:

	Поросята № 1		Поросята № 2		Поросята № 3	
	в опыте без до- бавления марганца	в опыте с под- кормкой марган- цем	в опыте без до- бавления марганца	в опыте с под- кормкой марган- цем	в опыте без до- бавления марганца	в опыте с под- кормкой марган- цем
1. Получено мг марганца в кормах за учетный период опыта	928.6	933.9	866.6	866.6	866.6	635.2
2. Получено марганца в подкормке	—	200,0	—	200,0	—	200,0
3. Выделено мг марганца в кале	120.4	219.1	147.2	161.8	166.5	176.1
4. Выделено мг марганца в моче	—	—	—	—	—	—
5. Использовано мг марганца организмом	808.2	914.8	719.4	904,8	700,1	659,1
6. Использовано мг в проц. от полученного с пищей	87,0	80,7	83,0	84,8	80,8	78,9

При анализе этих данных следует обратить внимание на следующее: при самых тщательных анализах нам ни разу не удалось обнаружить выделение марганца из организма с мочей даже в ничтожных количествах, в то время, когда в литературе есть определенные данные (см. выше) с том, что марганец в незначительной, правда, степени выводится с мочей. Таким образом, данные полученные нами на свиньях расходятся с данными, полученными на лабораторных животных другими авторами. Есть основание предполагать наличие видовых различий в характере обмена марганца.

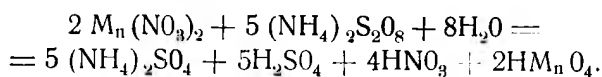
Во-вторых, интересно отметить, что введенный в рацион сернокислый марганец в количестве 1 мг на 1 кг живого веса использован был свиньями в очень высокой степени.

Примечательно и то, что степень использования марганца как из кормов, так и из подкормки, очень высокая (80-90 проц.). В заключение остановимся на описании методики определения марганца в кормах, кале и моче.

В процессе нашей работы нам пришлось собрать большую литературу по вопросу методики определения микроколичеств марганца и испытать несколько методик определений.

По нашему мнению наиболее пригодной для зоотехнических целей оказалась методика определения марганца, близкая к предложенной Власюком П. А. и Горной В. А.

Сущность этого метода сводится к тому, что в присутствии избытка такого переносчика кислорода как азотнокислое серебро, соединения марганца окисляются до марганцевой кислоты таким окислителем, как персульфат аммония. Реакция в этом случае идет по схеме:



Ход анализа будет выглядеть следующим образом: подготовленное к анализу обычными методами вещество, в количестве 2—3 гр сжигается на слабом пламени, осторожно, чтобы избежать возможных потерь. Обугленная навеска прокаливается в муфельной печи до постоянного веса с тем, чтобы получить золу почти белого цвета. Зола аккуратно переносится в стаканчик емкостью в 100 мл, куда смывается тигель 10-тью мл концентрированной азотной кислоты. К раствору в стаканчик добавляют 10 мл 0,2 N раствора азотнокислого серебра. Раствор с осадком нагревают на плитке до тех пор, пока осадок не свернется, после чего осадок фильтруют в мерную колбочку емкостью 50 мл. К фильтрату, находящемуся в мерной колбочке, добавляют каплю 0,2 N азотнокислого серебра для того, чтобы проверить полноту осаждения хлоридов. Оставшийся на фильтре осадок промывают несколько раз дистиллированной водой до исчезновения реакции на серебро. Во время промывания следует следить за тем, чтобы количество промывной воды не оказалось больше емкости колбочки, в которую собирается фильтрат. Собранный в колбочку фильтрат доводят водой до метки, берут 25—40 мл раствора в стаканчик, при-

бавляют 10 мл азотной кислоты (1:1) и нагревают до кипения. Кипячение ведут в течение 3—4 минут, добавляя в раствор небольшими порциями (чтобы избежать разбрызгивания) порошок персульфат аммония в количестве 1—1,5 гр. Кипячение ведут до появления устойчивого фиолетового окрашивания. Полученный раствор охлаждают, переносят в колбу емкостью в 50 мл, доводят водой до метки. После этого раствор колориметрируют, сравнивая его со стандартом. Стандартов готовят несколько, для чего 1—4 мл 0,01 N раствора марганцевокислого калия разбавляют водой в мерной колбочке на 50 мл.

Результаты анализа рассчитываются по формуле

$$\% M_{\text{Mn}} = \frac{0,000109 \cdot A \cdot H_1 \cdot 100}{H_2 \cdot a},$$

где 0,000109—количество грамм марганца в 1 мл стандартного раствора;

A—количество мл стандартного раствора марганцевокислого калия;

H₁—высота столба стандартного раствора в колориметре;

H₂—высота столба испытуемого раствора в колориметре;

a—навеска исследуемого вещества, взятая для анализа.

ВЫВОДЫ

1. Дача подсосным пороссятам сернистого марганца в дозе 1 мг на 1 кг живого веса отрицательно сказалась на привесах пороссят. Привесы у пороссят, получавших марганец были на 12—15 проц. ниже, чем у пороссят, не получавших подкормки марганцем. Уменьшение дачи марганца до 0,5 мг сопровождалось увеличением привесов на 23 проц. по сравнению с контрольными. Потребность в марганце у пороссят—сосунов оказалась меньшей, чем у отъемышей.

2. Дача сернистого марганца в количестве 1 мг на 1 кг живого веса пороссятам—отъемышам вызвала увеличение привесов на 6 проц. Не исключена возможность, что дача 0,5 мг оказалась бы более эффективной. Последнее обстоятельство требует дополнительного изучения.

3. Сколько-нибудь существенного влияния марганцевая подкормка на картину крови у поросят—сосунов и отъемышей не оказала. Незначительные положительные изменения, наблюдаемые в отдельных опытах не дают оснований делать определенные в этом отношении выводы.

4. Прибавка сернистого марганца сколько-нибудь заметного влияния на переваривание отдельных питательных веществ рациона растущими свиньями не оказала, если не считать снижения коэффициентов переваримости сырого жира.

5. Подкормка сернистым марганцем положительно сказалась на обмене кальция. Дефицит кальция под влиянием марганцевой подкормки уменьшился. На обмен фосфора марганец оказал действие обратное тому, какое он оказывал на обмен кальция.

6. Марганцевая подкормка сопровождалась резким увеличением количества сахара в крови опытных поросят—отъемышей.

7. Потребность растущих свиней в возрасте 4—5 месяцев в марганце довольно значительна и определяется 5 мг на 1 кг живого веса (в расчете на сернистый марганец). Что касается потребности в марганце подсосных поросят, то она значительно ниже и может быть определена в количестве 0,5 мг сернистого марганца на 1 кг живого веса в дополнительной подкормке.

В обычных рационах поросята после отъема получают не больше $\frac{2}{3}$ потребности их в марганце. Это определяет необходимость марганцевой подкормки поросят, и особенно после отъема их от матери.

8. Нами определенно установлено, что марганец в процессе обмена не выводится из организма свиней с мочей.